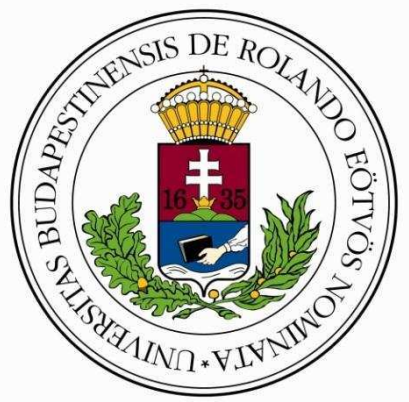


EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM - TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KAR  
BIOLÓGIAI INTÉZET - ÁLLATRENDSZERTANI ÉS ÖKOLÓGIAI TANSZÉK



TÁVÉRZÉKELÉS HASZNÁLATA AZ ÉNEKES NÁDIPOSZÁTA (*ACROCEPHALUS  
PALUSTRIS*) VEDLŐ- ÉS TELELŐTERÜLETEINEK MEGHATÁROZÁSÁRA

Tézisfüzet

Miholcsa Tamás

BIOLÓGIA DOKTORI ISKOLA

Iskolavezető: Erdei Anna, az MTA rendes tagja

ZOOTAXONÓMIA, ÁLLATÖKOLÓGIA, HIDROBIOLÓGIA

DOKTORI PROGRAM

Programvezető: Dr. Török János

Témavezető: Dr. Török János

Konzulens: Dr. Csörgő Tibor

BUDAPEST

2015

DOI: 10.15476/ELTE.2015.064

## 1. BEVEZETÉS

A közelmúlt rendkívül gyors technikai fejlődése lehetővé tette a távérzékelésen alapuló módszerek elterjedését az ökológiai kutatásban. Erre a célra a leggyakrabban használt spektrális index az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Pettorelli et al. 2005). Ezen index gyakorlatilag a nettó primer produkció (NPP) kifejezője, amely (különösen a száraz- és félszáraz élőhelyeken) szorosan összefügg a csapadékkal (Weiss et al. 2004). Megmutatja egy adott területen lévő zöld növényzet fitomasszáját.

Az elmúlt évtizedben az NDVI előreláthatatlan sikert aratott az állatökológia terén (Pettorelli et al. 2011), széleskörűen használják úgy globális, mint regionális léptékben is.

Az NDVI a madarak kutatásában is széleskörűen használt az ökológiai körülmények leírójaként: a nettó primer produkció (NPP) mérőszámaként kifejezi a táplálék abundanciáját úgy a növény-, mint rovarrevő madaraknak (Phillips et al. 2008). Főbb alkalmazásai az ornitológia terén: globális változás és faj-area módosulások vizsgálata (Liu et al. 2013), habitat - struktúra kutatása (Illera et al. 2010), élőhelyek, fajgazdagság és fajeloszlás (Goetz et al. 2007), madár-influenza (Tran et al. 2010), éghajlatváltozás és fitness összefüggései (Sanz et al. 2003), tavaszi éneklés (Gordo et al. 2008) stb.

A pihenő- és telelőterületeken uralkodó időjárás és egyéb ökológiai körülmények nagymértékben befolyásolják a madarak kondícióját, ezáltal a túlélést is. Az NDVI - csapadék - NPP - táplálékabundancia összefüggéseivel magyarázható, hogy számos esetben a hosszú-távú vonulók téli túlélése korrelál a telelőterületek NDVI értékeivel (Grande et al. 2009). A telelőterületek NDVI értékei összefüggést mutatnak még a tavaszi vonulás időzítésével, tavaszi érkezéssel (Gordo & Sanz 2008), protandriával, szexuális szelekcióval (Møller 2004, Saino et al. 2004), a költés időzítésével (Both et al. 2006), a fészekalj méretével és a költési sikerrel (Schaub et al. 2011), és a telelőterületeken vedlett tollak hosszával (Saino et al. 2004).

### 1.1. A hosszú-távú vonulók kutatásának fontossága – az éghajlatváltozás tükrében

Az éghajlatváltozás a jelen egyik legsúlyosabb problémája, a madarak életciklusára is számos közvetett illetve közvetlen hatással van. Az enyhébb telek és a tavasz korábbi érkezése miatt a rezidens, illetve rövid- és közép-távú vonulók a korábbi tavaszi érkezés és territóriumfoglalás miatt előnyben vannak a hosszú-távú vonulókkal szemben. Ennek

következtében a hosszú-távú vonulók a legsúlyosabban érintett madárcsoportok egyike, az elmúlt évtizedekben az Afro-Palearktikus hosszú-távú vonuló madárfajok populációi aggasztóan csökkenő trendet mutatnak (Vickery et al. 2014), ezért kutatásuk kiemelten fontos.

## **1.2. Új módszerek szükségessége a madárvonulás kutatásában**

Az igen erős európai gyűrűzési erőfeszítések ellenére kevés visszafogás van Afrika területéről, ezért a hagyományos gyűrűzés-visszafogás módszer által, a befektetett energiához képest nagyon keveset tudunk meg az egyes fajok telelőterületeiről. A gyors technikai fejlődésnek köszönhetően új módszerek váltak elérhetővé a madarak nyomon követésére, viszont a GPS-es jeladók kisméretű madarakra még nem szerelhetők, a geolokátorokkal ellátott madarakat pedig vissza kell fogni az adatok letöltéséhez, mindemellett az anyagi keretek sem hagyhatóak figyelmen kívül.

Alternatív megoldást jelenthet a telelőterület NDVI értékei és a túlélés közötti szoros kapcsolat: azon afrikai területek keresésével amelyek NDVI értéke szorosan korrelál a madarak túlélési adataival, azonosíthatjuk azok lehetséges telelőterületeit. Néhány esetben már sikerült ily módon bizonyos fajok/állományok telelőterületét azonosítani (Szép et al. 2006), azonban a túlélési ráták becsléséhez szükséges nagyszámú gyűrűzés-visszafogás adat ritkán áll rendelkezésre.

## **2. CÉLKITŰZÉS**

### **2.1. Túlélési index és módszer tesztelése – *telelőterületek azonosítása***

Fő célkitűzésünk tesztelni egy egyszerű, őszi vonulási adatokból számolt túlélési index alkalmasságát a telelőterületek távérzékelésen alapuló keresésére/kutatására. Feltételezzük, hogy amennyiben a téli túlélés jelentős részét képezi a teljes éves túlélésnek, akkor az éves túlélési indexek ingadozásai követni fogják a telelőterületek évről-évre történő, a telelés periódusára számolt NPP (átlag NDVI értékek arra a periódusra, amikor a madarak a telelőterületen vannak) fluktuációit. A telelőterületek keresése tehát abból áll, hogy megpróbáljuk azonosítani azokat az afrikai területeket, melyek - a telelési periódusra számolt - NDVI értékei hosszú távon együtt ingadoznak a madarak éves túlélési indexeivel.

## **2.2. NDVI - szárnyhossz kapcsolatának kutatása - *vedlőterületek azonosítása***

A táplálékellátottság - toll növekedési ráta (Brown & Sherry 2006), táplálékminőség - szárnyhossz (Pehrsson 1987), továbbá a telelőterületek NDVI értéke - szárnyhossz (Saino et al. 2004) összefüggések alapján arra számítunk, hogy azon területek NDVI értéke, ahol a vizsgált faj vedlik, összefüggést fog mutatni annak éves átlag szárnyhosszaival.

Keressük azokat a területeket, amelyek NDVI értékei együtt fluktuálnak a vizsgált faj éves átlag szárnyhosszával.

## **2.3. *Tavaszi pihenőterület keresése***

Keressük az énekes nádiposzáta számára a tavaszi vonulás folyamán kulcsfontosságú afrikai pihenőterület(ek)et. Ebben a régióban szoros pozitív összefüggésre számítunk a madarak túlélése és a tavaszi Afrikai NDVI között, illetve negatív összefüggésre az NDVI és éves átlag szárnyhosszak esetében.

Mivel tudomásunk szerint ezzel még senki nem próbálkozott, a vizsgálatok alanyának egy olyan fajt választottunk (énekes nádiposzáta - *Acrocephalus palustris*), amely telelőterületei más fajokhoz képest viszonylag jól ismertek, így módszerünk és számolásaink helyessége a szakirodalom alapján ellenőrizhető. Az énekes nádiposzáta egy tipikus tölcsérvonuló faj: az egész állomány egy keskeny sávban vonul Kelet-Afrikán keresztül a végső dél-afrikai telelőterületei felé, ahol vedlését végzi. Bizonyos egyedek áttelelhetnek Kenyában. Ennek értelmében a faj elterjedési területének észak-nyugati állományai (észak-nyugat európai madarak) az őszi vonulásuk során dél-kelet irányba indulnak, ezek a madarak vonulnak Magyarország felett és képviselik a fajt adatbázisunkban.

### 3. MÓDSZER

#### 3.1. A túlélési index számítása

Az adott és előző évben fogott öreg és fiatal madarak számából egy túlélési indexet számoltunk:

$$Si = N_{ad(T)} / (N_{ad(T-1)} + N_{juv(T-1)})$$

Si – túlélési index;  $N_{ad(T)}$  – az adott évben fogott összes öreg madár;  $N_{ad(T-1)}$  – az előző évben fogott összes öreg madár;  $N_{juv(T-1)}$  – az előző évben fogott összes fiatal madár.

Ezen index alapgondolata az, hogy egy adott évben az öreg madarak az előző év öreg és fiatal madarainak túlélői.

#### 3.2. Madár adatok

1222 adult (éves átlag:  $49.42 \pm 26.07$ ) és 3078 fiatal (éves átlag:  $125.21 \pm 77.74$ ) énekes nádiposzáta (*Acrocephalus palustris*) adatait használtuk fel a túlélési index számításához. A madarak 1984-2008 között gyűrűztük a Duna-Ipoly Nemzeti Parkhoz tartozó Ócsa Tájvédelmi körzetben.

#### 3.3. Az átlag szárnyhosszak számítása

Az átlag szárnyhosszak számolásába csak az öreg madarakat vettük be, mert az ők vedlettek az előző télen Afrikában. Összesen 1170, 1984 és 2008 között gyűrűzött madár adatát elemeztük (az öregek évi fogás átlaga:  $48,75 \pm 24,24$ ; éves szárnyhosszak átlaga:  $68,31 \pm 0,5$ ).

#### 3.4. NDVI adatok

Számításainkhoz a NOAA AVHRR NDVI adatsorokat használtuk. Ezek a képek 8x8 km felbontásúak (egy pixel egy 8x8 km négyzetnek felel meg és a pixel értéke az adott terület átlag NDVI értéke), minden kép 1152x1152 pixelből áll, lefedve ezáltal egész Afrika területét. Ez a típusú adatsor 1980-tól 2008-ig érhető el, időbeli felbontásuk 10 napos.

Minden pixelre átlag NDVI értékeket számoltunk a kutatás éveinek minden telelési időszakára, és azok fontosabb alegységeire: szeptember 11 – november 20. (az énekes nádiposzáta Észak-Afrikán belüli őszi vonulásának fő periódusa), november 21 – december 20. (az Afrikán belüli őszi vonulás egy későbbi és rövidebb periódusa), január 1 – március 31. (a fő telelési periódus a végső telelőterületeken) és április 1–30. (az Afrikán belüli tavaszi vonulás).

### 3.5. Számítások

Az éves túlélési indexek és a számított átlag NDVI értékek idősorai között Spearman rangkorrelációt végeztünk Afrika minden egyes pixelére és a fentebb említett periódusok mindenikére. Ily módon minden eredmény több mint 1,3 millió (1152x1152), 24 évet felölelő Spearman rangkorrelációt tükröz.

Az éves átlag-szárnnyhosszakkal ugyanezeket a számításokat csak a január 1 – március 31. (vedlés) és április 1–30. (tavaszi vonulás) periódusokra végeztük.

A korrelációk eredményeinek 0,4- és 0,5-nél nagyobb illetve -0,4- és -0,5-nél kisebb R értékű pixeleit egy színskála segítségével Afrika térképén ábráztuk.

## 4. EREDMÉNYEK és ÉRTÉKELÉSÜK

### 4.1. Szeptember 11 – november 20. periódus – túlélési index:

A főbb erős korrelációjú területek: Arab Fél-sziget (Jemen) és Szomália keleti partja közelében.

A Jemenben az Ádeni-öböl partjainál kirajzolódó terület egy fontos pihenő és táplálkozó terület lehet az Arab-tenger (Ádeni-öböl), mint jelentős földrajzi barrier fölött történő átkelés előtt.

### 4.2. November 21 – december 20. periódus – túlélési index:

A faj számára releváns területeken erős korrelációjú területként Dél-Etiópia és Nyugat-Szomália rajzolódott ki.

### 4.3. Január 1 – március 31. periódus – túlélési index:

Egy nagy, 0,4-nél nagyobb R értékű folt jelenik meg Dél-Afrikában: Namíbia keleti részén, Botswanában és Dél-Afrikai Köztársaság nyugati részén. Egy kisebb, erős pozitív korrelációjú folt található a Dél-Afrikai Köztársaság keleti partjánál, a Natal régióban.

Noha a legtöbb visszafogás a Dél-Afrikai Köztársaság partvidékéről van, énekes nádiposzták kézre kerültek Namíbiában is (Becker & Lütgens 1976), tehát bizonyított a jelenlétük a számításaink alapján kirajzolódó telelőterületeken. Az énekes nádiposzták a tengerparttól távoli, száraz élőhelyeken is áttelelhetnek. Az elméletünk és módszerünk szerint ezek a fő telelőterületei a Kárpát-medencén átvonuló énekes nádiposztáknak.

#### **4.4. Április 1–31. periódus – túlélési index:**

A dél-afrikai fő telelőterület továbbra is látható, de kevésbé intenzíven, mint január-márciusban. A szakirodalom szerint az énekes nádiposzták áprilisban még mindig lehetnek dél-kelet Afrikában, de mindegyikük elhagyja ezt a területet a hónap végéig.

Megjelenik egy új terület Kelet-Szudánban, amely átfed a Kék- és Fehér-Nílus, valamint az Atbara folyók medencéjével. Szakirodalmi adatok alapján az énekes nádiposzták áprilisi jelenléte ezeken a területeken is bizonyított. Valószínűleg ez a vidék egy fontos pihenő- és táplálkozóhely a madarak tavaszi vonulása során.

#### **4.5. Január 1 – március 31. periódus – átlag szárnyhosszak:**

A január-március hónapokban a következő területeken volt erős korreláció a szárnyhosszak és NDVI között: Namíbiának egy kis, észak-keleti része, Botswana, Dél-Zimbabwe, Dél-Mozambik és Dél-Afrikai Köztársaság keleti része bizonyos partvidékekkel együtt (Port Elizabeth közelében és Fokvárostól északra). Módszerünk szerint ezek a Kárpát-medencén átvonuló észak-nyugat európai énekes nádiposzták hipotetikus vedlőterületei. A túlélési indexszel kapott eredmények alapján úgy tűnik, hogy a vizsgált énekes nádiposzták többsége a vedlés befejeztével folytatja az intrakontinentális vonulását dél-délnyugat irányba a végleges telelőterületeik felé Dél-Afrikába és Namíbiába. Ezek a mozgások értelmezhetőek vedlés utáni disperzióként vagy pedig fakultatív forráskövető/szökő vonulásként is.

A végső telelő- és vedlőterületek részlegesen átfednek Botswanában, ami alapján arra következtetünk, hogy a madarak egy része a vedlési területek ezen részén áttelel, a vedlés befejeztével nem folytatja intrakontinentális vonulását dél-nyugati irányba.

A nemzetségbe tartozó rokon fajok alapján levonható a következtetés, hogy a nádiposzták téli vedlési stratégiája rendkívül változatos és fajon belül is eltérő lehet. Ami általánosságban elmondható: a madarak vedlőterülete és ideje fajon belül is változhat, nem ritka a felfüggesztett vedlés. Többségük a tél első felében befejezi a vedlést, majd tovább vonul ez végső telelőterületre, ahol a tavaszi vonulás kezdetéig időzik. Ez alapján igen valószínű, hogy nem minden énekes nádiposzták végzi vedlését a végső telelőterületeken, hanem egy gyors, tél elején elvégzett vedlés után még vándorolhat a kontinensen belül, mint azt eredményeink is alátámasztják.

#### **4.6. Április 1 – 30. periódus – átlag szárnyhosszak:**

A túlélési indexek és szárnyhossz átlagok, valamint az NDVI segítségével sikerült azonosítani az énekes nádiposzták számára fontos tavaszi pihenőterületet Észak-Kelet Afrikán belül. Ezen régió jelentősége nagyon alábecsült, a szakirodalomban szinte nem is említik.

### **5. KÖVETKEZTETÉSEK**

Az általunk számított vedlő- és telelőterületek a szakirodalom szerinti énekes nádiposztára általánosan jellemző területeken belül vannak, viszont ennek bizonyos részeiről hiányoznak. Ezek alapján azt mondhatjuk, hogy az általunk kirajzolt területek (telelő- és vedlő egyaránt) a faj észak-nyugat európai (Magyarországon átrepülő) állományára vonatkoznak, míg azokon a telelő- illetve vedlőterületeken, ahol mi nem találtunk erős korrelációkat, viszont szakirodalom szerint a faj jelen van, az énekes nádiposztája más állományai (Magyarországon nem átrepülő, pl. balti- vagy kelet-európai stb.) koncentrálódhatnak. Eredményeink alapján a Dowsett-Lemaire (1987) által említett, Kenyában vedlő és áttelelő énekes nádiposzták a faj areájának nem az észak-nyugati részéről származnak.

Vizsgálatunk során bebizonyosodott, hogy az énekes nádiposztája vélt- és valós elterjedése részben eltér egymástól, valamint hogy a különböző dél-afrikai területek kutatási intenzitása nagyon eltérő lehet, emiatt nagy valószínűséggel a szakirodalomban sok faj elterjedési területe pontatlan/hiányos.

Eredményeink alapján úgy tűnik, hogy az énekes nádiposztája Kárpát-medencén átvonuló állománya úgy a telelés, mint a vedlés szempontjából földrajzilag jól körülhatárolhatóan elkülönül a fajra általánosan jellemző telelőterületeken belül:

- végső telelőterületként inkább Dél-Afrika belső részét választja a partvidékkel szemben (apró kivétel a Natal régió)
- a vedlését is inkább a szárazföld belsejében végzi a partvidék helyett (kivétel Port Elizabeth közelében és Fokvárostól északra)
- nem telelnek át és nem vedlenek Kenyában.

Dolgozatomban azonosítom az énekes nádiposztája számára kulcsfontosságú tavaszi pihenőterületet, amely a szakirodalomban alig említett, jelentősége nagyon alábecsült.



## **6. AZ EREDMÉNYEK JELENTŐSÉGE**

Bebizonyosodott ennek a módszernek az alkalmassága a bizonyos madárfajok telelőterületeinek és intrakontinentális migrációinak kutatására. Megfelelő továbbá az adott faj telelőterületein belüli, bizonyos populációkra jellemző mintázatok és szűkebb telelőterületek azonosítására is.

Ily módon megbecsülhetjük azokat a területeket, amelyek az egyes hosszú-távú vonulók életciklusában fontos szerepet töltenek be, ezáltal hozzájárulhatunk a faj hatékonyabb védelméhez.

A módszer nem igényel drága műszereket (geolokátorok, GPS jeladók), a madarak méretétől független, csupán hosszú távú, standardizált feltételek mellett gyűjtött adatsorok szükségesek, amelyek számos gyűrűzőállomás vagy madártani egyesület esetében léteznek.

Tetszőlegesen alkalmazható bármely fajra, nem csupán a transz-szaharai vonulókra, hanem rövid- és középtávú vonulók esetében ugyanazon az elven alapulva elvégezhető más (pl. európai) területekre is.

### **Köszönetnyilvánítás**

Köszönetemet szeretném kifejezni konzulensemnek, Dr. Csörgő Tibornak, témavezetőmnek, Dr. Török Jánosnak az értékes útmutatásokért; az Ócsai Madárvárta Egyesület tagságának munkájáért a kezdetektől fogva; Dr. Harnos Andreának és Felvinczi Győzőnek a statisztikában és programozásban nyújtott segítségével. Ez a munka az OTKA 108571 sz. pályázatának keretén belül készült.

## Irodalomjegyzék

### A dolgozat témájában elfogadott, saját publikációk:

- Miholcsa, T., Tóth, A., Csörgő, T. (2009): Change of timing of autumn migration in *Acrocephalus* and *Locustella* genus. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 55 (2): 175–185.
- Miholcsa, T., Harnos, A., Csörgő, T. (2015): Using remote-sensing to identify wintering and moulting areas in a long-distance migrant (*Acrocephalus palustris*). *Applied Ecology and Environmental Research*, – *in press*.
- Miholcsa, T., Csörgő, T. (2015): Testing wintering area identification efficiency with NDVI and survival index of Marsh Warblers *Acrocephalus palustris*. *North-Western Journal of Zoology*. – *in press*.

### A dolgozat témájában a legjelentősebb publikációk:

- Becker, P., Lütgens, H. (1976): Sumpfrohrsänger (*Acrocephalus palustris*) in Südwestafrikas. *Madoqua* 9: 41-44.
- Both, C., Sanz, J. J., Artemyev, A. V., Blaauw, B., Cowie, R. J., Dekhuizen, A. J., Enemar, A., Järvinen, A., Nyholm, N. E. I., Potti, J., Ravussin, P.-A., Silverin, B., Slater, F. M., Sokolov, L. V., Visser, M. E., Winkel, W., Wright, J., Zang, H. (2006): Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca* travelling from Africa to breed in Europe: differential effects of winter and migration conditions on breeding date. *Ardea* 94: 511-525.
- Brown, D. R., Sherry, T. W. (2006): Food supply controls the body condition of a migrant bird wintering in the tropics. *Oecologia* 149: 22-32.
- Dowsett-Lemaire, F., Dowsett, R. J. (1987): European Reed and Marsh Warblers in Africa: migration patterns, moult and habitat. *Ostrich* 58: 65-85.
- Gordo, O., Sanz, J. J. (2008): The relative importance of conditions in wintering and passage areas on spring arrival dates: the case of long-distance Iberian migrants. *Journal of Ornithology* 149: 199-210.
- Gordo, O., Sanz, J. J., Lobo, J. M. (2008): Geographic variation in onset of singing among populations of two migratory birds. *Acta Oecologica* 34: 50-64.
- Grande, J. M., Serrano, D., Tavecchia, G., Carrete, M., Ceballos, O., Díaz-Delgado, R., Tella, J. L., Donazar, J. A. (2009): Survival in a long-lived territorial migrant: effects of life-history traits and ecological conditions in wintering and breeding areas. *Oikos* 118: 580-590.

- Liu, N., Jiang, Z., Xu, H., Sun, Y., Li, C. (2013): Northward expansion of birds in China: A response to global change. *Advanced Studies in Biology* 5: 431-436.
- Møller, A. P. (2004): Protandry, sexual selection and climate change. *Global Change Biology* 10: 2028-2035.
- Pehrsson, O. (1987): Effects of body condition on molting in Mallard. *The Condor* 89: 329-339.
- Pettorelli, N., Ryan, S., Mueller, T., Bunnefeld, N., Jedrzejewska, B., Lima, M., Kausrud, K. (2011): The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): unforeseen successes in animal ecology. *Climate Research* 46: 15-27.
- Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J-M., Tucker, C. J., Stenseth, N. C. (2005): Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *TRENDS in Ecology and Evolution* 20: 15-27.
- Phillips, L. B., Hansen, A. J., Flather, C. H. (2008): Evaluating the species energy relationship with the newest measures of ecosystem energy: NDVI versus MODIS primary production. *Remote Sensing of Environment* 112: 4381-4392.
- Saino, N., Szép, T., Ambrosini, R., Romano, M., Møller, A. P. (2004): Ecological conditions during winter affect sexual selection and breeding in a migratory bird. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271: 681-686.
- Sanz, J. J., Potti, J., Moreno, J., Merino, S. (2003): Climate change and fitness components of a migratory bird breeding in the Mediterranean region. *Global Change Biology* 9: 461-472.
- Schaub, M., Jakober, H., Stauber, W. (2011): Demographic response to environmental variation in breeding, stopover and non-breeding areas in a migratory passerine. *Oecologia* 167: 445-459.
- Szép, T., Møller, A. P., Piper, S., Nuttall, R., Szabó, Z. D., Pap, P. L. (2006): Searching for potential wintering and migration areas of a Danish Barn Swallow population in South Africa by correlating NDVI with survival estimates. *Journal of Ornithology* 147: 245-253.
- Tran, A., Goutard, F., Chamaillé, L., Baghdadi, N., Seen, D. L. (2010): Remote sensing and avian influenza: A review of image processing methods for extracting key variables affecting avian influenza virus survival in water from Earth Observation satellites. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 12: 1-8.
- Vickery, J. A., Ewing, S. R., Smith, K. W., Pain, D. J., Bairlein, F., Skorpilov, J., Gregory, R. D. (2014): The decline of Afro-Palaeartic migrants and an assessment of potential causes. *Ibis* 156: 1-22.
- Weiss, J. L., Gutzler, D. S., Coonrod, J. E. A., Dahm, C. N. (2004): Seasonal and inter-annual relationships between vegetation and climate in central New Mexico, USA. *Journal of Arid Environments* 57: 507-534.